

18) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12) Patentschrift
10) DE 41 25 528 C 2

51) Int. Cl.⁶:
H 05 K 7/20
H 02 B 1/58
F 25 D 11/00

21) Aktenzeichen: P 41 25 528.3-42
22) Anmeldetag: 1. 8. 91
43) Offenlegungstag: 13. 2. 92
46) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 17. 4. 97

DE 41 25 528 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30) Unionspriorität: 32) 33) 31)

01.08.90 JP 2-204890 26.09.90 JP 2-258409

73) Patentinhaber:

Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

74) Vertreter:

Bardehle, Pagenberg, Dost, Altenburg, Frohwitter,
Geissler & Partner Patent- und Rechtsanwälte, 81679
München

72) Erfinder:

Koizumi, Shigeru, Hadano, JP; Zushi, Shizuo,
Hadano, JP; Komiya, Mitsuo, Hadano, JP

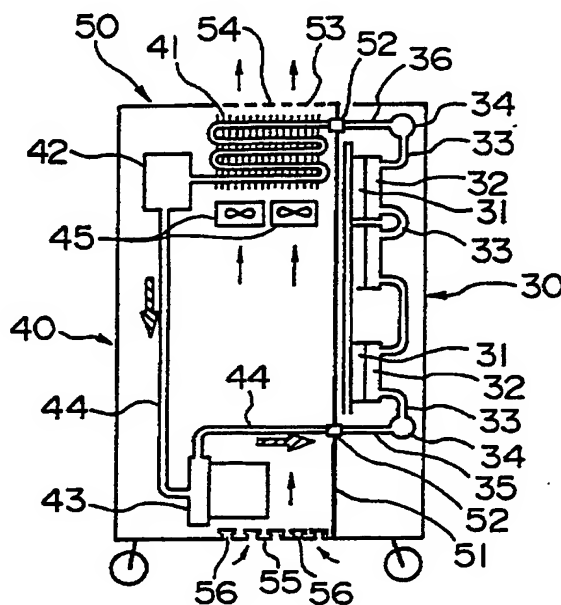
56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 26 51 015 B1
DE 26 18 262 B2
DE-AS 11 40 613

DE 37 21 901 A1
DE 36 02 511 A1
DE 36 02 489 A1
DE 30 03 398 A1
DE 28 38 702 A1
CH 8 58 511 A5
CH 8 39 517
GB 15 21 484
GB 15 17 650
US 48 00 956
US 44 68 717
US 42 28 281
EP 03 13 473 A2
EP 02 31 456 A1
WO 88 02 979

54) Elektronisches Gerät und dessen Kühlung

57) Elektronisches Gerät mit wärmeerzeugenden elektronischen Teilen (31, 116), das folgende Merkmale aufweist:
a) einen elektronischen Schaltungsbereich (30), in dem die wärmeerzeugenden elektronischen Teile (31, 116) und Kühlkörper (32) als Kühleinrichtungen installiert sind;
b) einen Kühlbereich (40) zum Kühlen eines Kühlmittels, in dem ein Wärmetauscher (41), ein Tank (42), eine Pumpe (43) sowie eine Trennwand (51) angeordnet sind, wobei die Pumpe (43) das Kühlmittel in einem geschlossenen Kühlmittelecklauf vom Tank (42) durch eine durch die Trennwand (51) führende Rohrleitung (44) und durch weitere Rohrleitungen (35, 34, 33) zu den an den elektronischen Teilen (31, 116) befindlichen Kühlkörpern (32) durch den Wärmetauscher (41) und zurück in den Tank (42) fördert;
c) Unterbringung des elektronischen Schaltungsbereiches (30) und des Kühlbereiches (40) zum Kühlen des Kühlmittels in einem gemeinsamen Schrank (50), wobei die Trennwand (51) sich vom Boden bis zum Oberteil des Schrankes (50) erstreckt und den elektronischen Schaltungsbereich (30) und den Kühlbereich (40) so voneinander trennt, daß beide Bereiche (30, 40) nebeneinander und der elektronische Schaltungsbereich nicht unterhalb des Wärmetauschers (41) und des Tanks (42) angeordnet ist, wodurch aus undichten Stellen des Wärmetauschers (41) oder des Tanks (42) tropfendes Kühlmittel den elektronischen Schaltungsbereich (30) nicht erreichen kann, und wobei im Boden und im Oberteil des Kühlbereiches (40) Öffnungen zum Lufttritt bzw. Luftaustritt vorgesehen sind.



DE 41 25 528 C 2

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein elektronisches Gerät einschließlich dessen Kühlung, und insbesondere auf ein elektronisches Gerät mit wärmeerzeugenden elektronischen Teilen, welche unter Verwendung eines flüssigen Kühlmittels und eines Verfahrens zum Kühlen des elektronischen Gerätes gekühlt werden.

In den letzten Jahren nahm die in elektronischen Geräten erzeugte Wärmedichte zu, da die Technik zur hochdichten Verpackung integrierter Schaltkreise in einem elektronischen Gerät fortgeschritten ist. Bei diesem elektronischen Gerätetyp wurde eine Art der Flüssigkeitskühlung, wie z. B. in der US-PS 4,226,281 und der US-PS 4,800,956 offenbart, verwendet, anstelle einer auf erzwungener Luftkonvektion basierenden Art der Luftkühlung.

Ein elektronisches Gerät gemäß dem Stand der Technik, welches die Luftkühlung anwendet, wird unter Bezugnahme auf die Fig. 12, 13 und 14 beschrieben.

Speziell auf die Fig. 12 bezogen, weist das elektronische Gerät eine Vielzahl elektronischer Computer 10 auf, wobei jeder verschiedene integrierte Schaltkreise aufweist und einen einzigen Kühler 20, der in den integrierten Schaltkreisen erzeugte Wärme absorbiert, um sie zu kühlen.

In dem Kühler 20 sind, wie in Fig. 14 gezeigt, eine primäre Kühlmittleitung, durch die als primäres Kühlmittel dienendes Kältemittel zirkuliert, und ein Teil einer sekundären Kühlmittleitung vorgesehen, durch die als sekundäres Kühlmittel dienendes Wasser zirkuliert.

Die primäre Kühlmittleitung beinhaltet einen Kompressor 21 zum Komprimieren des Kältemittels, einen Verflüssiger bzw. Kondensator 22, einen Wärmetauscher 23 zum Durchführen eines Wärmetausches zwischen dem Kältemittel und dem Wasser, und Kältemittelrohre 24 zum gegenseitigen Verbinden der obigen Komponenten.

Die sekundäre Kühlmittleitung in dem Kühler 20 beinhaltet einen Tank 25 zum Absorbieren einer Veränderung des Wasservolumens, eine Pumpe 26 zum Unter-Druck-Setzen und Zuführen des Wassers, und Wasserrohre 27 zum gegenseitigem Verbinden der obigen Komponenten.

Der elektronische Computer 10 beinhaltet, wie in Fig. 14 gezeigt, eine Vielzahl elektronischer Schaltkreismodule 11 von denen jedes auf einem Substrat gebildete integrierte Schaltkreise aufweist, Kühlkörper 12, die mit Wasser gespeist sind, welches als sekundäres Kühlmittel zum Kühlen der elektronischen Schaltkreismodule 11 dient, Wasserrohre 13 zum Nachfüllen/Ablassen von Wasser in die und aus den Kühlkörpern 12 und Rohren 13a.

Die Wasserrohre 13 des elektronischen Computers 10 und Wasserrohre 27 des Kühlers 20 sind miteinander durch biegsame Wasserrohre 19 verbunden. Die biegsamen Wasserrohre 19 werden, wie in Fig. 13 gezeigt, unter dem Boden verlegt, um den Anforderungen der Arbeitseffizienz gerecht zu werden.

Wasser, das aufgewärmt wird, indem es Wärme aufnimmt, die von den elektronischen Schaltkreismodulen 11 durch die Kühlmäntel 12 übertragen wird, wird zu dem Kühler 20 geführt, und zwar mittels der Wasserrohre 13 und der biegsamen Rohre 19. Innerhalb des Kühlers 20 wird das erwärmte Wasser gekühlt, indem es dem Wärmeaustausch mit Kältemittel in dem Wärme-

tauscher 23 in der sekundären Kühlmittleitung ausgesetzt wird, und das gekühlte Wasser wird mittels der Pumpe 26 unter Druck gesetzt und wieder zu den Kühlkörpern 12 des elektronischen Computers 10 geführt.

Mit der Art der Luftkühlung verglichen ist die obige Art der Flüssigkeitskühlung in ihrer Kühlleistung drastisch verbessert und ist sehr geeignet zum Kühlen großer elektronischer Geräte. Aber heute tendieren selbst mittelgroße und kleine elektronische Geräte dazu, die Wärmeerzeugungsdichte zu erhöhen, wobei sie eine Äquivalenz mit den großen elektronischen Geräten zeigen. In einigen mittelgroßen und kleinen elektronischen Geräten wurde eine Art der Flüssigkeitskühlung ähnlich der der großen elektronischen Geräte übernommen.

Wenn jedoch die Flüssigkeitskühlung für die mittelgroßen und kleinen elektronischen Geräte ähnlich der für die großen elektronischen Geräte angewendet wird, so daß der elektronische Computer und der Kühler, welche einzeln angeordnet sind, getrennt angeordnet sind, treten die folgenden Probleme auf:

- 1) Das mittelgroße oder kleine elektronische Gerät ist oft in einem gewöhnlichen Büroraum aufgestellt, und die Verringerung des Installationsraums ist einer seiner wichtigen Leistungsfaktoren. Die Anordnung, in der der elektronische Computer und der Kühler getrennt aufgestellt sind, beeinträchtigt jedoch die Verwirklichung der Verringerung des Installationsraums sehr nachteilig und macht den Lageplan in dem Installationsraum sehr kompliziert.
- 2) Leitungen müssen zwischen den elektronischen Computern und dem Kühler verlegt werden, und daher ist die Installationsarbeit zeitaufwendig. Besonders, wenn der Installationsplatz ein gewöhnlicher Büroraum ist, ist es zu bevorzugen, daß die Installationsarbeit innerhalb einer möglichst kurzen Zeit ausgeführt werden kann, aber man braucht viel Zeit, um andere Büromaschinen umzustellen, und in jedem Fall wird der Büroraum verschmutzt.
- 3) Aufgrund des Leitungswiderstandes zwischen den elektronischen Computern und dem Kühler muß die Pumpleistung in dem Kühler erhöht werden und die Größe der Pumpen nimmt dementsprechend zu, so daß die Betriebskosten steigen.

Den mit Flüssigkeitskühlung arbeitenden elektronischen Geräten stellt sich folgendes weiteres Problem.

Insbesondere, wenn das elektronische Gerät mit Flüssigkeitskühlung für längere Zeit nicht in Betrieb ist, verschlechtert sich das Kühlmittel, und Korrosion der Leitungen nimmt zu. Dies macht es nötig, das Kühlmittel abzulassen.

Dennoch wird in den elektronischen Geräten gemäß dem Stand der Technik kein Verfahren zum Ablassen des Kühlmittels besonders in Betracht gezogen, und selbst wenn das Kühlmittel in der in Fig. 14 gezeigten Konstruktion abgelassen wird, kann das in den unter dem Boden verlegten biegsamen Rohren 19 und in den Rohren 13a befindliche Kühlmittel nicht abgelassen werden, sondern bleibt darin.

Zum Verhindern dieses Problems wurde bei diesem bekannten Verfahren unter hohem Druck stehende Luft eingespeist, um das Kühlmittel in den Kühlkörpern zu entfernen. Nachteiligerweise benötigt das vorgeschlagene bekannte Verfahren einen Kompressor als eine zusätzliche Komponente der Wartungsausrüstung, was zudem das Ablassen kompliziert gestaltet.

Aus der EP 0 313 473 A2 ist eine Vorrichtung zum

Zuführen eines Kühlfluids durch eine Vielzahl von Kühlmodulen zum Kühlen elektronischer Bauteile bekannt. Eine Vielzahl von Zuführsystemen für Kühlfluid ist unabhängig mit den entsprechenden Kühlmodulen verbunden, wobei jedes Zuführsystem eine Fluidleitung aufweist, welche mit einem Kühlfluid enthaltenden Tank verbunden ist und mit einer Pumpe und einem Wärmetauscher versehen ist, so daß das Kühlfluid in den Tank durch die entsprechenden Kühlmodule zur Kühlung der elektronischen Bauteile zirkuliert und zurück zum Tank geführt wird.

Aus der WO 88/02 979 A2 ist ein Flüssigkeitskühlssystem für integrierte Schaltungen bekannt. Bei diesem Flüssigkeitssystem sind die elektronischen Schaltungsmodule und die Kühlbereiche in einer einzigen Schrankeinheit untergebracht.

Aus der DE 37 21 901 A1 ist ein Schaltschrank bekannt, welcher für die Aufnahme von elektrischen bzw. elektronischen Bauteilen vorgesehen und in zwei Bereiche aufgeteilt ist. Die zwei Bereiche des Schrankes sind durch eine Wand voneinander getrennt. Ein Bereich beinhaltet im wesentlichen die elektronischen Bauteile, von welchem die Abführung von abgestrahlter Wärme über die Außenwände erfolgt. In dem anderen Bereich sind die elektronischen Bauteile angeordnet, welche eine höhere Wärmeabstrahlung aufweisen. Deren Wärme wird durch einen durch zusätzliche Lüfter erzeugten Luftstrom zur Umgebung abgeleitet.

Des weiteren ist aus DE-AS 11 40 613 bekannt, elektrische bzw. elektronische Bauelemente derart zu kühlen, daß die elektronischen Bauelemente auf einer Platte angeordnet sind, welche in thermischem Kontakt mit mindestens einem vom Kühlmedium durchflossenen Metallkörper ist. Die zur Kühlung der elektrischen bzw. elektronischen Bauelemente dienenden Metallplatten weisen Kühlmittelströmungskanäle auf, welche mit einem gemeinsamen Wärmetauscher verbunden sind. Dabei sind die elektronischen Bauelemente über dem Wärmetauscher angeordnet.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, eine Einrichtung zum Kühlen eines elektronischen Gerätes mit wärmeabgebenden elektronischen Bauelementen bereitzustellen, mit welchem der Installationsraum, der Installationsaufwand und der apparative Aufwand verringert werden.

Diese Aufgabe wird mit einem elektronischen Gerät mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 gelöst. Zweckmäßige Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Mit der vorliegenden Erfindung soll des weiteren das zuvor genannte Problem beim Ablassen des Kühlmittels gelöst werden, und es ist ein weiteres Ziel der Erfindung, ein elektronisches Gerät bereitzustellen, dessen Aufbau in der Lage ist, das Kühlmittel auf einfache Weise abzulassen.

Zur Lösung der Aufgabe weist das elektronische Gerät gemäß der Erfindung auf

- a) einen elektronischen Schaltungsbereich, in dem die wärmeerzeugenden elektronischen Teile und Kühlkörper als Kühleinrichtungen installiert sind;
- b) einen Kühlbereich zum Kühlen eines Kühlmittels, in dem ein Wärmetauscher, ein Tank, eine Pumpe, ein Ventilator sowie eine Trennwand angeordnet sind, wobei die Pumpe das Kühlmittel in einem geschlossenen Kühlmittelkreislauf vom Tank durch eine durch die Trennwand führende Rohrleitung und durch weitere Rohrleitungen zu den an den elektronischen Teilen befindlichen

Kühlkörpern durch den Wärmetauscher und zurück in den Tank fördert; und wobei der Ventilator Kühlluft durch den Wärmetauscher bläst;

c) eine Unterbringung des elektronischen Schaltungsbereiches und des Kühlbereiches zum Kühlen des Kühlmittels in einem gemeinsamen Schrank, wobei die Trennwand sich vom Boden bis zum Oberteil des Schrankes erstreckt und den elektronischen Schaltungsbereich und den Kühlbereich so voneinander trennt, daß beide Bereiche nebeneinander und der elektronische Schaltungsbereich nicht unterhalb des Wärmetauschers und des Tanks angeordnet ist, wodurch aus undichten Stellen des Wärmetauschers oder des Tanks tropfendes Kühlmittel den elektronischen Schaltungsbereich nicht erreichen kann, und wobei im Boden und im Oberteil des Bereiches Öffnungen zum Lufteintritt bzw. Luftaustritt vorgesehen sind.

Der elektronische Schaltungsbereich mit wärmeerzeugenden elektronischen Teilen, und die Kühlkörper werden dabei mit einem Kühlmittel so gespeist, daß die wärmeerzeugenden elektronischen Teile gekühlt werden.

Es ist ein Kühlbereich mit einer Kühlmittelkühleinrichtung zum Kühlen des Kühlmittels von den Kühlkörpern, und eine Kühlmittelzufuhreinrichtung zum Zuführen des gekühlten Kühlmittels zu den Kühlkörpern vorgesehen. Außerdem ist eine Trennplatte angeordnet, wobei der elektronische Schaltungsbereich und der Kühlbereich in dem gleichen Schrank untergebracht sind, und die Trennplatte ist so gelagert ist, daß die elektronische Schaltkreiseinheit und die Kühlmittelkühleinheit abgeteilt werden.

Das elektronische Gerät mit wärmeerzeugenden elektronischen Teilen wird wie folgt gekühlt:

Die Kühlkörper sind an den wärmeerzeugenden elektronischen Teilen des elektronischen Geräts befestigt; ein Kühlbereich zum Kühlen eines Kühlmittels für das elektronische Gerät und eine Kühlmittelzufuhreinheit zum Zuführen des gekühlten Kühlmittels zu den Kühlkörpern sind außerdem in demselben Schrank des elektronischen Geräts untergebracht. Zwischen den elektronischen Teilen und dem Kühlbereich und der Kühlmittelzufuhreinheit ist eine Trennplatte vorgesehen. Die Kühlmittelzufuhreinheit führt das von der Kühlmittelkühleinheit gekühlte Kühlmittel den Kühlkörpern zu und kühlt so mittels der Kühlkörper die wärmeerzeugenden elektronischen Teile.

Entsprechend der Erfindung kann, da der elektronische Schaltungsbereich und der Kühlbereich in demselben Schrank befestigt sind, eine Verringerung des Installationsraumes erreicht werden, und der Lageplan des Installationsraumes kann vereinfacht werden.

Für die Installationsarbeit des elektronischen Gerätes kann Rohrverlegungsarbeit eingespart werden, und daher kann die Installationsarbeitszeit verringert werden, und ein Verunreinigen des Installationsplatzes kann verhindert werden.

Da weiterhin zwischen dem elektronischen Schaltungsbereich und dem Kühlbereich verlegte Rohre kurz sind und eine feste Länge haben, kann die Pumpleistung durch ein Erniedrigen des Rohrleitungswiderstands verringert werden, wodurch die Größe der Pumpe und die Betriebskosten verringert werden.

Da der elektronische Schaltungsbereich und der Kühlbereich in demselben Schrank vorgesehen sind, würde ein unvorhergesehenes Auslaufen des Kühlmittels

tels die elektronische Schaltkreiseinheit nachteilig beeinträchtigen. In der vorliegenden Erfindung kann jedoch dank der Einrichtung einer Trennplatte zwischen dem elektronischen Schaltungsbereich und dem Kühlbereich verhindert werden, daß das Kühlmittel vom Kühlbereich zum elektronischen Schaltungsbereich gelangt, wodurch der Einfluß auf den elektronischen Schaltungsbereich minimiert wird.

Des weiteren weist das elektronische Gerät gemäß der Erfindung mit den wärmeerzeugenden elektronischen Teilen auf:

einen Kreislauf eines Kühlmittels zum Kühlen der wärmeerzeugenden elektronischen Teile, wobei der Kreislauf aufweist: die Kühlkörper zum Kühlen der wärmeerzeugenden elektronischen Teile, den Wärmetauscher und den Ventilator zum Kühlen des Kühlmittels von den Kühlkörpern, die Pumpe zum Zuführen des gekühlten Kühlmittels zu den Kühlkörpern, einen Rohrleitungskreislauf zum Leiten des Kühlmittels durch die Kühlkörper, den Wärmetauscher und die Pumpe, wobei die wärmeerzeugenden elektronischen Teile und der Kreislauf in dem gleichen Schrank untergebracht sind und eine Kühlmittelablaßöffnung am Boden des U-förmigen Teils des Kreislaufs vorgesehen ist.

In Übereinstimmung mit einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird ein elektronisches Gerät bereitgestellt, worin die Kühlkörper zum Übertragen der in den wärmeerzeugenden elektronischen Teilen erzeugten Wärme an ein flüssiges Kühlmittel und der Kühlbereich einschließlich einer Pumpe, eines Wärmetauschers und eines Tanks, welche als eine Einrichtung zum Kühlen des Kühlmittels und Zuführen des gekühlten Kühlmittels zu den Kühlkörpern dient, in demselben Schrank untergebracht sind, wobei der Tank an einen Teil des Kühlmittelrohrleitungssystems angeordnet ist, welches auf dem höchsten Niveau liegt, und andere Teile des Rohrleitungssystems frei von Flüssigkeitsstagnation sind.

In Übereinstimmung mit einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung wird ein elektronisches Gerät bereitgestellt, worin die Kühlkörper, die Pumpe, der Wärmetauscher und der Tank in demselben Schrank untergebracht sind, zumindest der Tank höher befestigt ist als der Wärmetauscher und andere Teile eines Rohrleitungssystems als der Wärmetauscher frei von Flüssigkeitsstagnation sind.

Entsprechend den obigen Ausführungsbeispielen des elektronischen Geräts sind wegen des Unterbringens der elektronischen Teile und der Pumpe, der Kühlkörper, des Wärmetauschers und des Tanks, welche einen Kreislauf für das Kühlmittel zum Kühlen der elektronischen Teile darstellen, in demselben Schrank, die gemäß dem Stand der Technik unter dem Boden verlegten Kühlkreisläufe für ein Erleichtern des Ablassens des Kühlmittels unnötig.

Weiterhin wird das gesamte Kühlmittel durch eine Kühlmittelablaßöffnung abgelassen, welche am Boden eines U-förmigen in dem als Kreislauf ausgebildeten Abschnitt bereitgestellt ist, weshalb Druckluft, wie im Stand der Technik, nicht benutzt werden muß.

Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Figuren.

Darin zeigen:

Fig. 1 bis 4 ein erstes Ausführungsbeispiel, wobei Fig. 1 eine Schnittansicht ist, die den Gesamtaufbau eines elektronischen Geräts zeigt,

Fig. 2 eine Perspektivansicht, die den Gesamtaufbau

des elektronischen Geräts zeigt,

Fig. 3 eine Schnittansicht, die den Boden eines Schrankes zeigt und

Fig. 4 eine Schnittansicht, welche das Verbindungsstück zwischen einem Kühlmittelrohr, dem elektronischen Schaltungsbereich und einem Kühlmittelrohr des Kühlbereichs zeigt;

Fig. 5 eine Schnittansicht, welche eine Abwandlung des Verbindungsstücks zwischen den Kühlmittelrohren des elektronischen Schaltungsbereichs und dem Kühlbereich nach dem ersten Ausführungsbeispiel zeigt;

Fig. 6 und 7 ein zweites Ausführungsbeispiel, wobei Fig. 6 eine Schnittansicht ist, welche den Gesamtaufbau des elektronischen Geräts zeigt und Fig. 7 eine Perspektivansicht, die den Gesamtaufbau des elektronischen Geräts zeigt;

Fig. 8 ein Flußdiagramm zum Erklären der Funktionsweise eines Kühlmittelrücklaufes und eines Kühlmittelverringerratsennachweises;

Fig. 9 ein Flußdiagramm zum Erklären der Funktionsweise eines Prozesses, bei welchem eine gegenwärtig durch eine Informationsverarbeitungseinheit durchgeführte Verarbeitung beendet wird;

Fig. 10A und 10B Blockdiagramme, die ein drittes Ausführungsbeispiel des elektronischen Geräts zeigen, wobei Fig. 10A eine Kühlstruktur zeigt und Fig. 10B einen Kühlmittelpfad zeigt;

Fig. 11A und 11B Blockdiagramme, welche ein viertes Ausführungsbeispiel des elektronischen Geräts zeigen, wobei Fig. 11A eine Kühlstruktur zeigt und Fig. 11B einen Kühlmittelpfad zeigt; und

Fig. 12, 13 und 14 ein elektronisches Gerät nach dem Stand der Technik, wobei Fig. 12 eine Perspektivansicht ist, die die Gesamtkonstruktion des elektronischen Geräts zeigt, Fig. 13 eine schematische Seitenansicht des elektronischen Geräts von Fig. 12 und Fig. 14 eine Schnittansicht, welche die Gesamtkonstruktion des elektronischen Geräts zeigt.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 11B beschrieben.

Unter Bezugnahme auf insbesondere die Fig. 1 bis 4 wird ein erstes Ausführungsbeispiel eines elektronischen Geräts beschrieben.

Wie die Fig. 1 und 2 zeigen, weist das elektronische Gerät hauptsächlich einen elektronischen Schaltungsbereich 30 und einen Kühlbereich 40 auf.

Der elektronische Schaltungsbereich 30 beinhaltet eine Vielzahl elektronischer Schaltkreismodule 31, von denen jedes ein Substrat besitzt, auf dem eine Vielzahl integrierter Schaltkreise und dergleichen gebildet sind, welche die wärmeerzeugenden elektronischen Teile darstellen, und Kühlkörper 32, welche innig auf die Oberflächen der elektronischen Schaltkreismodule 31 befestigt sind, um in den elektronischen Schaltkreismodulen 31 erzeugte Wärme an als Kühlmittel dienendes Wasser zu übertragen. Die Kühlkörper 32 sind untereinander durch biegsame Kühlmittelrohre 33 verbunden, wobei ein biegsames Kühlmittelrohr 33 an einem Ende an einem Kühlmittelleinlaßrohr 35 über ein Sammelrohr 34 verbunden ist und ein anderes biegsames Kühlmittelrohr 33 an dem anderen Ende mit einem Kühlmittelaußlaßrohr 36 über ein zweites Sammelrohr 34 verbunden ist.

Der Kühlbereich 40 beinhaltet einen Wärmetauscher 41, welcher einen Wärmeaustausch durchführt zwischen dem Wasser, das durch die Kühlkörper 32 erwärmt wird, und der Luft, um das erwärmte Wasser zu kühlen.

Einen Tank 42 zum Absorbieren einer Volumenänderung des Wassers aufgrund thermischer Expansion oder Kontraktion, eine Kühlmittelpumpe 43 zum Zuführen gekühlten Wassers an die Kühlkörper 32, Kühlmittelrohre 44, um die obigen Komponenten miteinander gegenseitig zu verbinden, und Ventilatoren 45, um Luft gegen den Wärmetauscher 41 zu blasen.

Der elektronische Schaltungsbereich 30 und der Kühlbereich 40 sind beide in einem einzigen Schrank 50 untergebracht, daß der elektronische Schaltungsbereich 30 an der Vorderseite des Schrankes 50 angeordnet ist und der Kühlbereich 40 an der Hinterseite des Schrankes 50 angeordnet ist.

Eine Trennwand oder Trennplatte 51 ist zwischen dem elektronischen Schaltungsbereich 30 und dem Kühlbereich 40 eingerichtet. Nippel 52 sind durch Schweißen an der Trennplatte 51 angebracht bzw. montiert, wie in Fig. 1 und 4 gezeigt, um die Kühlmittelrohre 35, 36 des elektronischen Schaltungsbereichs 30 und die Kühlmittelrohre 44 des Kühlbereichs 40 zu verbinden.

Der Wärmetauscher 41, welcher zum Durchführen eines Wärmeaustausches zwischen als Kühlmittel dienendem Wasser und Luft dient, ist aufgebaut aus einem Rohr mit Kühlrippen, und er ist an dem höchsten Teil oder dem höchsten Niveau innerhalb des Schrankes 50 angeordnet. Die Ventilatoren 45 sind direkt unterhalb des Wärmetauschers 41 angeordnet. Luft wird von unten gegen den Wärmetauscher 41 geblasen, damit die durch Wärmeaustausch erwärmte und an spezifischem Gewicht verringerte Luft nach oben entweichen kann.

In einem Schrankoberteil 53 oberhalb des Wärmetauschers 41 gibt es eine Vielzahl von Abluftlöchern 54, durch welche erwärmte Luft ausgestoßen wird. In einem Schrankboden 55, unterhalb der Ventilatoren 45, gibt es eine Vielzahl kleiner Einlaßperforierungen 56, durch welche Luft in den Schrank 50 einströmen kann. Jede der Einlaßperforierungen ist mit einem Vorsprung 58 umgeben, wie in Fig. 3 gezeigt, um Wasser, welches ungewollterweise aus einem Leck von den Kühlmittelrohren 44 und dergleichen stammt, daran zu hindern, außerhalb des Schrankes 50 zu gelangen. Direkt über jeder Einlaßperforierung 56 ist eine Platte 57 befestigt, welche bewirkt, daß von oben herabtropfende Kühlmitteltropfen nicht direkt durch die Einlaßperforierung 56 aus dem Schrank hinausgelangen können.

Die Funktionsweise des elektronischen Gerätes nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird nun beschrieben. In dem elektronischen Schaltkreismodul 31 erzeugte Wärme wird zum Wasser des Kühlmittels durch den Kühlkörper 32 übertragen. Erwärmtes Wasser wird zunächst zu dem Sammelrohr 34 durch die biegsamen Kühlmittelrohre 33 gesammelt, und dann durch das Kühlmittelauslaßrohr 36, den Nippel 52 und das Kühlmittelrohr 44 des Kühlbereichs 40 zu dem Wärmetauscher 41 geführt. An dem Wärmetauscher wird das erwärmte Wasser dem Wärmeaustausch mit Luft unterworfen, die in den Schrank 50 mit Hilfe der Ventilatoren 45 eingesaugt wird, damit es gekühlt wird. Durch Wärmeaustausch erwärmte Luft wird durch die in dem Schrankoberteil 53 gebildeten Abluftlöcher 54 ausgestoßen. Das gekühlte Kühlmittel wird zunächst zu dem Tank 42 gepumpt, wo sein Druck auf Atmosphärendruck reduziert wird, und wird dann durch die Kühlmittelpumpe 43 unter Druck gesetzt.

Das unter Druck stehende Kühlmittel wird wieder zu den Kühlkörpern 32 des elektronischen Schaltungsbereichs 30 geschickt.

Da im elektronischen Gerät des vorliegenden Aus-

führungsbeispiels der elektronische Schaltungsbereich 30 und der Kühlbereich 40 beide in demselben Schrank 50 untergebracht sind, kann der Raum für die Installation verringert werden. Weiterhin können die Kühlrohre zwischen der elektronischen Schaltungsbereich 30 und dem Kühlbereich 40 im Verlauf der Produktion befestigt werden, wodurch die Installationsarbeitszeit verringert wird. Weiterhin sind die Kühlmittelrohre zwischen dem elektronischen Schaltungsbereich 30 und dem Kühlbereich 40 kurz mit einer festen Länge, und daher kann die Pumpleistung verringert werden im Verhältnis zur Verringerung des Pumpwiderstandes, wodurch die Größe der Pumpe und die Betriebskosten kleiner werden.

Es ist vorstellbar, daß der Einbau sowohl des elektronischen Schaltungsbereichs 30 und des Kühlbereichs 40 in den gleichen Schrank 50 eine derartige Unannehmlichkeit heraufbeschwören würde, daß als Kühlmittel dienendes Wasser ungewollterweise zu den elektronischen Schaltkreismodulen 31 gelangt, daß jedoch dank der zwischen dem elektronischen Schaltungsbereich 30 und dem Kühlbereich 40 eingerichteten Trennplatte 51 Wasser, welches z. B. aus einem Leck des Kühlmittelrohres 44 des Kühlkreislaufts 40 stammt, vollständig daran gehindert werden kann, in den elektronischen Schaltungsbereich 30 zu gelangen.

Das Eindringen von Wasser in den elektronischen Schaltungsbereich 30 wird vorzugsweise auch dadurch verhindert, daß die Rohre innerhalb des elektronischen Schaltungsbereichs 30 durch möglichst wenige Schraubverbindungen miteinander verbunden werden. Daher werden in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel Schraubverbindungen nur für die Verbindungen der Kühlmittelrohre 35 und 36 an die Nippel 52 angewandt. Die Anwendung einer Schraubverbindung für die Verbindung der Kühlmittelrohre 35 und 36 der elektronischen Schaltkreiseinheit 30 an die Kühlmittelrohre 44 des Kühlbereichs 40 durch die Nippel 52 erfolgt aufgrund der Tatsache, daß sich das Herstellungsverfahren und der Inspektionsvorgang für den elektronischen Schaltungsbereich 30 von denen des Kühlbereichs 40 unterscheiden und daher diese Einheiten leicht voneinander trennbar sein müssen.

Die in mittelgroßen oder kleinen elektronischen Geräten erzeugte Menge an Wärme ist im allgemeinen klein, und daher ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Kühlmittelkühleinrichtung aus einem Wärmetauscher 41 und Ventilatoren 45 aufgebaut, um die Größe des elektronischen Gerätes zu verringern. Falls die Wärmeerzeugungsmenge groß ist, können ein Verflüssiger und ein Verdampfer unter Verwendung von Kältemittel als ein Kühlmittel zusätzlich eingerichtet sein.

Eine Abwandlung des vorliegenden Ausführungsbeispiels wird nun unter Bezugnahme auf Fig. 5 beschrieben.

Bei dieser Abwandlung ist das Verbindungsstück des Kühlmittelrohres 35a des elektronischen Schaltungsbereichs 30 zu einem Nippel 52a versetzt angeordnet, und zwar relativ zu der Trennplatte 51 des Kühlbereichs 40 hin.

An seinem im wesentlichen axialen zentralen Teil ist der Nippel 52 mit einem Flansch 52b versehen, der mit einer Vielzahl von Löchern versehen ist, durch welche Bolzen zum Befestigen des Nippels 52a an der Trennplatte 51 eingeführt werden können. In der Nähe seines Endes ist das Kühlmittelrohr 35a mit einem Flansch 35b versehen, und auf ähnliche Weise ist ein Kühlmittelrohr

44a des Kühlbereichs 40 in der Nähe seines Endes mit einem Flansch 44b versehen. Der Flansch 35b ist auch mit einer Vielzahl von Löchern versehen zum Einführen von Bolzen.

Um das Kühlmittelrohr 35a des elektronischen Schaltungsbereichs 30 und das Kühlmittelrohr 44a des Kühlbereichs 40 miteinander zu verbinden, wird der Flansch 52b des Nippels 52a auf die Seite des Kühlbereichs 40 gebracht. Das Kühlmittelrohr 35a des elektronischen Schaltungsbereichs 30 und das Kühlmittelrohr 44a des Kühlbereichs 40 werden mit dem Nippel 52a in Eingriff gebracht, und der Flansch 52b des Nippels 52a und der Flansch 35b des Kühlmittelrohres 35a werden miteinander durch die Trennplatte 51 hindurch mit Hilfe eines Bolzens 52c verbunden. Zwischen jedem der Flansche 35b und 52b und der Trennplatte 51 ist eine Dichtung 52d eingefügt.

Mit diesem Aufbau kann der elektronische Schaltungsbereich 30 frei von Schraubverbindungen sein, um Wasserlecks zu minimieren und die Trennung zwischen elektronischem Schaltungsbereich 30 und Kühlmittelbereich 40 zu erleichtern.

Ein zweites Ausführungsbeispiel des elektronischen Gerätes wird nun unter Bezugnahme auf Fig. 6 und 7 beschrieben.

In dem elektronischen Gerät, entsprechend dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, ist derselbe Kühlbereich 40 wie in dem ersten Ausführungsbeispiel in einem Rahmen 60 befestigt, um eine Einheitsstruktur bereitzustellen und, wie im Falle des ersten Ausführungsbeispiels, ist die Einheitsstruktur zusammen mit der elektronischen Schaltungsbereich 30 in einem Schrank 50a untergebracht. Im wesentlichen hat das vorliegende Ausführungsbeispiel denselben Aufbau wie der des ersten Ausführungsbeispiels, wobei die einzige Ausnahme darin besteht, daß die Kühlmittelkühleinheit die Einheitsstruktur besitzt, und daher sind die gleichen Elemente wie die des ersten Ausführungsbeispiels mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet und werden hierin nicht beschrieben.

Der Rahmen 60 hat eine Trennplatte 61, welche dem elektronischen Schaltungsbereich 30 gegenübersteht, und welcher mit Mitteln 62 versehen ist, die dazu vorgesehen sind, Kühlmittelrohre 35, 36 des elektronischen Schaltungsbereichs 30 und Kühlmittelrohre 44 des Kühlbereichs 40 miteinander zu verbinden. Im Unterteil des Rahmens 60 sind Einlaßperforierungen 63 geformt, durch welche von außen Luft eingesaugt wird, und im Oberteil des Rahmens 60 sind Abluftlöcher 64 geformt, durch welche von einem Wärmetauscher 41 erwärmte Luft ausgestoßen wird.

Innerhalb des Rahmens 60 sind Bestandteile des Kühlbereichs 40 angeordnet, welche den Wärmetauscher 41, einen Tank 42, eine Kühlmittelpumpe 43, die Kühlmittelrohre 44 zum gegenseitigen Verbinden der obigen Komponenten, und Ventilatoren 45 umfassen. Zusätzlich zu dem obigen werden in Übereinstimmung mit dem vorliegenden Ausführungsbeispiel bereitgestellt: ein Kühlmittelmengendetektor 47 zum Feststellen der Kühlmittelmenge in dem Tank 42, eine Steuerung 48, die auf die festgestellte Kühlmittelmenge anspricht, um ein Kühlmittellecksignal und ein Pumpenstoppsignal zu erzeugen, und eine Alarmeinrichtung 49, die einen Alarm erzeugt, wenn das Kühlmittellecksignal empfangen wird. Der Kühlmittelmengendetektor 47 kann aus einem bekannten Schwimmer und einem Potentiometer aufgebaut sein, welcher den Flüssigkeitsstand in dem Tank 42 überwacht. Der mechanische Aufbau des De-

tektors ist dem Fachmann geläufig, weshalb seine Abbildung weggelassen ist.

Der Kühlmittelmengendetektor 47 arbeitet mit einer Steuerung 48 zusammen, um die Kühlmittelverringerrungsrate und ein Kühlmittelleck festzustellen bzw. nachzuweisen. Die Steuerung 48 arbeitet mit der Kühlmittelpumpe 43 zusammen, um eine Zufuhr des Kühlmittels zu stoppen.

Der zuvor beschriebene Rahmen 60 und verschiedene andere in dem Rahmen befestigte Komponenten bilden einen Kühlbereich 40a. Die Kühlmittelverringerrungsnachweisoperation und die Kühlmittellecknachweisoperation werden nun detaillierter beschrieben.

Da der in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel verwendete Tank 42 ein dem atmosphärischen Druck ausgesetzter Tanktyp ist (nicht luftdichte Art), verdampft das Kühlmittel, wenn auch nur sehr langsam, während des gewöhnlichen Kühlbetriebes, und der Flüssigkeitsstand des Kühlmittels in dem Tank sinkt zunehmend. Andererseits überwacht der Kühlmittelmengendetektor 47 den Flüssigkeitsstand unter Verwendung des in dem Tank positionierten Schwimmers, so daß, wenn der Flüssigkeitsstand unter einen Pegel fällt, bei dem ein Nachfüllen des Kühlmittels nötig wird, eine Flüssigkeitsnachfüllalarmanzeige aufleuchtet. Da das Kühlmittel allmählich abnimmt, senkt sich der Flüssigkeitsstand bis zu dem Pegel, bei dem Zuführen der Flüssigkeit nötig ist, aber in diesem Fall ist es nicht notwendig, sofort zu handeln, denn das elektronische Gerät arbeitet weiterhin.

Im Gegensatz dazu führt das Auftreten eines Kühlmittellecks zu einer Überhitzung der elektronischen Schaltungseinheit oder dazu, daß Kühlmittel auf den Boden gelangt, auf welchem das elektronische Gerät aufgestellt ist. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Kühlmittelverringerrungsrate in dem Tank 42 laufend überwacht, und durch Feststellen ihres Wertes als Überschuß eines festgelegten Wertes (die normalerweise zu erwartende Verringerungsrate), kann ein Lecken im Kühlkreislauf nachgewiesen werden. Weiterhin wird, falls ein Leck festgestellt wird, in Übereinstimmung mit der Höhe der Kühlmittelverringerrungsrate entschieden, ob das Leck für das elektronische Gerät gefährlich ist, d. h., ob eine Sicherheitsmaßnahme notwendig ist, und dann werden verschiedene Schutzoperationen durchgeführt, die von der Notwendigkeit oder Nicht-Notwendigkeit einer Sicherheitsmaßnahme abhängen.

Die Funktionsweise nach Auftreten eines Kühlmittellecks wird nun beschrieben unter Bezugnahme auf ein Flußdiagramm der Fig. 8.

Das zuvor genannte Potentiometer zum Feststellen der Position des Schwimmers, welcher in dem Tank 42 angebracht ist, mißt immer den Flüssigkeitsstand und informiert die Steuerung 48 über den gemessenen Wert des Flüssigkeitsniveaus bzw. -stands (Schritt 181). Andererseits enthält die Steuerung 48 einen Bezugssignalgenerator, welcher ein Bezugssignal zu einer vorbestimmten Zeitdauer erzeugt (Schritt 182).

Die Steuerung 48 berechnet eine Kühlmittelverringerrungsrate auf der Basis des gemessenen Wertes des Flüssigkeitsstandes und des Bezugssignals (Schritt 183).

Die Steuerung 48 wird voreingestellt mit der zuvor erwähnten allmählichen Verringerungsrate (festgelegter Wert), die man aufgrund des Verdampfens des Kühlmittels erwartet, und mit einer Verringerungsrate (kritischer Wert), bei welcher eine Sicherheitsmaßnahme für den Kühlbereich notwendig wird. In dem Falle, wo das

Kühlmittel durch ein Leck austritt, nimmt die Menge an Kühlmittel im Kühlkreislauf abrupt ab, wobei der Flüssigkeitsstand in dem Tank absinkt. Die Steuerung 48 berechnet eine Verringerungsrate des Kühlmittels in Schritt 183 in Übereinstimmung mit einer Abnahme des Flüssigkeitsstandes. Die Steuerung vergleicht zuerst die berechnete Rate mit dem zuvor genannten festgelegten Wert (Schritt 184) und, falls die Verringerungsrate des Kühlmittels den festgelegten Wert übersteigt, vergleicht sie dann die Verringerungsrate mit dem zuvor genannten kritischen Wert (Schritt 185). Falls der kritische Wert nicht überschritten wird, sendet die Steuerung nur ein Kühlmittellecksignal an die Alarmanrichtung 49 (Schritt 186). Wenn der kritische Wert überschritten wird, sendet sie das Kühlmittellecksignal an die Alarmanrichtung 49, und zur gleichen Zeit erkennt sie die Notwendigkeit einer Sicherheitsmaßnahme, wobei ein Pumpenstoppsignal an die Kühlmittelpumpe 43 gesendet wird (Schritt 187). Bei Empfang des Kühlmittellecksignals gibt die Alarmanrichtung 49 einen Alarm aus, um die Bedienungsperson über das Kühlmittelleck zu informieren. Die über den Alarm informierte Bedienungsperson kann notwendige Maßnahmen treffen, wie das Anhalten des Betriebes der elektronischen Schaltkreiseinheit oder Inspektion des Kühlmittels.

Falls die Kühlmittelleckmenge sehr groß ist und den kritischen Wert übersteigt, sendet die Steuerung 48 ein Pumpenstoppsignal aus, um die Kühlmittelpumpe 43 anzuhalten. Das hat zur Folge, daß das Kühlmittel daran gehindert wird, durch den Kühlkreislauf zu zirkulieren, und der Einfluß des Lecks kann daher auf ein Minimum gesenkt werden.

In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel können dieselben Ergebnisse wie in dem ersten Ausführungsbeispiel erzielt werden, und obendrein kann der Kühlbereich 40 in der Form der Einheitsstruktur sehr leicht in den Schrank 50a ein- oder aus dem Schrank 50a eingebaut werden.

Daher kann das elektronische Gerät hergestellt werden, indem man den elektronischen Schaltungsbereich 30 und den Kühlbereich 40 in vollständig getrennten Produktionsketten herstellt und indem man am Schluß den Kühlbereich 40a in den Schrank einbaut, wodurch der Produktionsablauf und der Inspektionsablauf während der Produktion vereinfacht wird. Weiterhin können aufgrund der sehr einfachen Trennung des Kühlbereichs 40 von dem elektronischen Schaltungsbereich 30 Wartungs-, Inspektions- und Reparaturarbeiten einfach und sehr schnell durchgeführt werden.

Zusätzlich kann man ungewolltes Auslaufen von Kühlmittel in den Griff bekommen, indem ein Alarm ausgelöst wird und die Kühlmittelpumpe angehalten wird. Daher kann das elektronische Gerät des vorliegenden Ausführungsbeispiels in seiner Zuverlässigkeit weiter verbessert werden im Vergleich zu dem elektronischen Gerät des ersten Ausführungsbeispiels. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird bei sehr großer Kühlmittelleckmenge die Kühlmittelpumpe 53 angehalten, aber alternativ kann auch ein in den Kühlkreislauf eingebautes elektromagnetisches Ventil durch einen Befehl der Steuerung 48 geschlossen werden.

Während in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel das Kühlmittelleck bzw. die Kühlmittelleckage nachgewiesen wird, indem man die Kühlmittelmenge in dem Tank 42 feststellt, kann man alternativ das Kühlmittelleck auch direkt feststellen, indem man einen am Boden des Rahmens eingerichteten Leckdetektor verwendet.

In dem Falle, wo zum Beispiel die elektronische

Schaltkreiseinheit 30 ein Informationsverarbeitungsgerät darstellt, kann ein ein Kühlmittelleck nachweisendes Signal an eine CPU angelegt werden, welche sich in dem Gerät befindet, und die dieses Signal empfangende CPU kann einen Verarbeitungsvorgang, der gegenwärtig durchgeführt wird, in einem Speichermedium abspeichern.

Die Abspeicherungsoperation wird detaillierter unter Bezugnahme auf ein Flußdiagramm der Fig. 9 beschrieben.

Die zuvor genannte Steuerung 48 des Kühlbereichs 40a sendet ein Pumpenstoppsignal an die Pumpe 43 aus, und gleichzeitig damit sendet sie ein Signal an eine CPU (nicht gezeigt), welches die CPU anweist, einen Prozeß abzuspeichern, wenn die Kühlmittelverringerungsrate den kritischen Wert in Schritt 184 überschreitet, wie er in Verbindung mit Fig. 8 beschrieben ist. Wenn die CPU dieses Signal empfängt (Schritt 191), speichert sie den gegenwärtig ausgeführten Vorgang in einem Speichermedium ab, wie zum Beispiel einem Magnetband (Schritt 192), bestätigt die Vollendung des Abspeicherns (Schritt 193) und hält daraufhin die elektronische Schaltkreiseinheit an (Schritt 194).

Entsprechend diesem Ausführungsbeispiel gehen, selbst wenn das elektronische Gerät aufgrund eines Kühlmittellecks angehalten wird, die Ergebnisse bereits ausgeführter Operationen niemals verloren.

Offensichtlich können der Kühlmitteldetektor 47, die Steuerung 48 und die Alarmanrichtung 49, welche in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel vorgesehen werden, auch auf das erste Ausführungsbeispiel angewandt werden.

In den vorigen Ausführungsbeispielen wird durch die Bereitstellung eine Einrichtung zum Nachweis eines Kühlmittelaustritts die Möglichkeit geschaffen, eine Bedienungsperson zu zwingen, auf ein ungewolltes Kühlmittelleck schnell zu reagieren. Zusätzlich kann dank der Bereitstellung einer Einrichtung zum Anhalten der Kühlmittelzufuhr die Kühlmittelzufuhr zu der elektronischen Schaltkreiseinrichtung in dem Fall angehalten werden, daß ein schweres Kühlmittelleck vorliegt, wobei der Einfluß des Kühlmittellecks auf die elektronischen Schaltkreise minimiert wird.

Die Bereitstellung sowohl der elektronischen Schaltungsbereiche als auch des Kühlbereichs in demselben Schrank wirft jedoch das Problem auf, daß die Unterschiede im Produktionsablauf, dem Inspektionsverfahren und der Lebensdauer zwischen dem elektronischen Schaltungsbereich und dem Kühlbereich den Produktionsablauf und das Reparaturvorgehen erschweren.

Um dieses Problem zu lösen, wird, wie in dem zweiten Ausführungsbeispiel, der Kühlbereich mit einem Rahmen versehen, in welchem verschiedene Komponenten des Kühlbereichs einstückig befestigt sind, um eine Einheitsstruktur bereitzustellen. Der Kühlbereich, welcher die Einheitsstruktur annimmt, macht es möglich, die Trennung des Kühlbereichs von dem elektronischen Schaltungsbereich zu erleichtern, und gestattet und erleichtert eine getrennte Produktion, Inspektion und Reparaturen dieser Einheiten. Insbesondere im Fall eines Flüssigkeitslecks kann eine neue Kühleinheit an den Ort gebracht werden, wo ein elektronisches Gerät installiert ist, und eine defekte Einheit, welche ein Flüssigkeitsleck aufweist, kann durch eine neue Einheit ausgetauscht werden, wodurch die Reparatur zügig durchgeführt werden kann.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 10A, 10B, 11A und 11B wird nun ein drittes und viertes Ausführungsbeispiel

spiel des elektronischen Gerätes beschrieben. Diese Ausführungsbeispiele bewirken ein Erleichtern des Ablassens von Kühlmittel.

Wie in Fig. 10A gezeigt, weist das elektronische Gerät entsprechend dem dritten Ausführungsbeispiel einen elektronischen Schaltungsbereich und einen Kühlbereich auf zum Kühlen eines Kühlmittels, welche beide in einem einzigen Schrank 101 untergebracht sind.

Der elektronische Schaltungsbereich beinhaltet eine Vielzahl elektronischer Schaltkreismodule 116, von denen jedes integrierte Schaltkreise hat, die auf ein Substrat gepackt sind, und einen Kühlkörper 104, der in innigem Kontakt auf der Oberfläche eines jedem der Module so befestigt ist, daß in jedem der elektronischen Schaltkreismodule erzeugte Wärme auf ein Kühlmittel übertragen wird.

Das von dem Kühlbereich zugeführte Kühlmittel wird sequentiell von einem unteren Kühlkörper zu einem oberen Kühlkörper geführt, und das Kühlmittel, welches nun durch die Aufnahme von Wärme erwärmt wird, wird zum Kühlbereich transportiert.

Der Leitungsverlauf innerhalb des elektronischen Schaltungsbereichs ist so gestaltet, daß er keine U-förmigen Teile enthält, wo Flüssigkeit dazu neigt, nicht mehr zu fließen.

Der Kühlbereich beinhaltet eine Pumpe 103 zum Unter-Druck-Setzen und Transportieren des Kühlmittels, einen Wärmeaustauscher 105 und ein Gebläse bzw. einen Ventilator 106 zum Kühlen des erwärmten Kühlmittels, indem man es dem Wärmeaustausch mit Luft unterwirft, welche durch den oberen Teil des Schrankes hereingelassen wird, einen Tank 102, der dem Atmosphärendruck ausgesetzt ist, zum Absorbieren einer Volumenänderung des Kühlmittels aufgrund thermischer Expansion und Kontraktion, und Rohrleitungsstücken zum gegenseitigem Verbinden der obigen Komponenten. In dem dritten Ausführungsbeispiel fließt kühle Luft 108 von oben nach unten.

Die Komponenten sind untereinander durch die Rohrleitungsstücke verbunden in der Reihenfolge Pumpe 103, elektronischer Schaltungsbereich 104, Wärmeaustauscher 105 und Tank 102, wie in Fig. 10a gezeigt, um einen Kreislauf zu erzeugen, der zu der Pumpe 103 zurückführt.

Der Tank 102 befindet sich auf dem höchsten Punkt, und andere Komponenten und Rohrleitungsteile sind so angeordnet, daß Stagnation bzw. ein Stau der Flüssigkeit verhindert wird.

Eine Abblaßeinrichtung 107 zum Ablassen des Kühlmittels ist an der untersten Stelle oder dem Boden eines U-förmigen Teiles des Rohrleitungssystems angeordnet.

Da der dem Atmosphärendruck ausgesetzte Tank 102 auf dem höchsten Niveau angeordnet ist, kann mit der obigen Konstruktion das Kühlmittel in dem Rohrleitungssystem vollständig durch die Abblaßeinrichtung 107 abgelassen werden, welche zum Entleeren des Kühlmittels geöffnet wird.

Fig. 10B zeigt einen Kühlmittelpfad bzw. -weg in dem elektronischen Gerät entsprechend dem dritten Ausführungsbeispiel. Der Tank (der auch die Rolle eines Luftventils für Luftzufuhr erfüllt) ist, wie gezeigt, am Ober- teil eines umgekehrten U-förmigen Teiles angeordnet, welches in dem Kreislauf gebildet ist, und die Kühlmittelablaßöffnung ist am Boden eines U-förmigen Teiles angeordnet. Dank der Bereitstellung des Tanks auf dem höchsten Niveau ist es in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel nicht nötig, ein zusätzliches Luftventil bereitzustellen.

Das vierte Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nun beschrieben. Komponenten, wie solche des dritten Ausführungsbeispiels, werden mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet, weshalb ihre Beschreibung weggelassen ist.

In dem elektronischen Gerät gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel, wie in Fig. 11A gezeigt, wird Kühlluft 208 dazu gezwungen, von unten nach oben zu strömen, wobei ein Tank 202 höher angeordnet ist als der Wärmetauscher, aber niedriger als der elektronische Schaltungsbereich.

In dem vierten Ausführungsbeispiel befindet sich ein Luftventil 209 auf dem höchsten Niveau des Rohrleitungssystems, während eine zweite Abblaßeinrichtung 217 sich unterhalb des Wärmetauschers 205 befindet. Ferner gibt es einen Schrank 201.

Das Ablassen des Kühlmittels wird in zwei Schritten durchgeführt.

In dem ersten Schritt wird das Luftventil 209 auf dem höchsten Niveau geöffnet, so daß Kühlmittel in dem elektronischen Schaltungsbereich 204, dem Tank 202 und der Pumpe 203 durch eine Abblaßeinrichtung 207 auf dem niedrigsten Niveau abgelassen werden kann.

In dem zweiten Schritt wird die zweite Abblaßeinrichtung 217 geöffnet, so daß das Kühlmittel in dem Wärmetauscher 205 abgelassen werden kann.

Fig. 11B zeigt einen Kühlmittelpfad bzw. -weg in dem elektronischen Gerät entsprechend dem vierten Ausführungsbeispiel. Wie gezeigt, befinden sich die Tanks (welche auch die Rolle von Luftventilen erfüllen) jeweils am Scheitel von zwei umgekehrten U-förmigen Teilen, welche in dem Kreislauf ausgebildet sind, und die Kühlmittelablaßöffnungen befinden sich jeweils am Boden zweier U-förmiger Teile.

Wie oben beschrieben und in Übereinstimmung mit dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, kann das Kühlmittel des Rohrleitungssystems leicht abgelassen werden, ohne auf die Anwendung äußeren Druckes zurückgreifen zu müssen. Die Ausrüstungen zur Wartung des Gerätes können daher vereinfacht werden.

In dem dritten und dem vierten Ausführungsbeispiel wird ein Atmosphärendruck ausgesetzter Tank verwendet, aber es kann auch ein geschlossener Tank mit getrenntem Luftventil oder von Luftventilen verwendet werden. Zusätzlich kann das Kühlmittel beispielsweise mit Kältemittel gekühlt werden.

In der vorstehenden Beschreibung wurden verschiedene Bauweisen des elektronischen Gerätes beschrieben, indem auf verschiedene Ausführungsbeispiele hingewiesen wurde. Die Bauweisen dieser Ausführungsbeispiele können passend in Kombination verwendet werden. Zum Beispiel kann das elektronische Gerät in Verbindung mit der im ersten Ausführungsbeispiel detailliert beschriebenen Trennplatte mit der Kühlmittelablaßöffnung des dritten Ausführungsbeispiels versehen sein.

Patentansprüche

1. Elektronisches Gerät mit wärmeerzeugenden elektronischen Teilen (31, 116), das folgende Merkmale aufweist:

- a) einen elektronischen Schaltungsbereich (30), in dem die wärmeerzeugenden elektronischen Teile (31, 116) und Kühlkörper (32) als Kühleinrichtungen installiert sind;
- b) einen Kühlbereich (40) zum Kühlen eines Kühlmittels, in dem ein Wärmetauscher (41),

ein Tank (42), eine Pumpe (43) sowie eine Trennwand (51) angeordnet sind, wobei die Pumpe (43) das Kühlmittel in einem geschlossenen Kühlmittelkreislauf vom Tank (42) durch eine durch die Trennwand (51) führende Rohrleitung (44) und durch weitere Rohrleitungen (35, 34, 33) zu den an den elektronischen Teilen (31, 116) befindlichen Kühlkörpern (32) durch den Wärmetauscher (41) und zurück in den Tank (42) fördert;

c) Unterbringung des elektronischen Schaltungsbereiches (30) und des Kühlbereiches (40) zum Kühlen des Kühlmittels in einem gemeinsamen Schrank (50), wobei die Trennwand (51) sich vom Boden bis zum Oberteil des Schrankes (50) erstreckt und den elektronischen Schaltungsbereich (30) und den Kühlbereich (40) so voneinander trennt, daß beide Bereiche (30, 40) nebeneinander und der elektronische Schaltungsbereich nicht unterhalb des Wärmetauschers (41) und des Tanks (42) angeordnet ist, wodurch aus undichten Stellen des Wärmetauschers (41) oder des Tanks (42) tropfendes Kühlmittel den elektronischen Schaltungsbereich (30) nicht erreichen kann, und wobei im Boden und im Oberteil des Kühlbereiches (40) Öffnungen zum Lufteintritt bzw. Luftaustritt vorgesehen sind.

2. Elektronisches Gerät nach Anspruch 1, wobei der Kühlbereich (40) so angeordnet ist, daß dieser zumindest nicht direkt über dem elektronischen Schaltungsbereich (30) angeordnet ist.

3. Elektronisches Gerät nach Anspruch 1, wobei der Kühlbereich (40) in einem einzigen Rahmen oder einer Basis (60) mit einer Trennwand (61) an der Seite des elektronischen Schaltungsbereiches (30) befestigt ist und eine einheitliche Struktur einer Kühleinheit zu bildet.

4. Elektronisches Gerät nach Anspruch 1, wobei der Wärmetauscher (41) aus einem Kühlmittelrohr (44) mit Kühlrippen besteht, durch welches das Kühlmittel strömt und Kühlventilatoren (45) Kühlluft an das Kühlmittelrohr (44) mit Kühlrippen blasen.

5. Elektronisches Gerät nach Anspruch 1, wobei Enden von Kühlmittelrohren (35a) von dem elektronischen Schaltungsbereich (30) bezüglich dieser Trennwand (51) in Richtung auf den Kühlbereich (40) versetzt sind und in der versetzten Stellung mit Kühlmittelrohren (44a) des Kühlbereiches (40) verbunden sind.

6. Elektronisches Gerät nach Anspruch 1, welches weiterhin eine Kühlmittelleckage-Detektoreinrichtung (47, 48) zum Feststellen einer Kühlmittelleckage und eine Kühlmittelleckage-Alarmeinrichtung (49) zum Erzeugen eines Alarms aufweist, wenn eine Kühlmittelleckage festgestellt wird.

7. Elektronisches Gerät nach Anspruch 6, wobei eine Vorgangsbeendigungseinrichtung vorgesehen ist, mit welcher auf geeignete Weise ein Vorgang oder eine Operation beendet werden, welcher bzw. welche gegenwärtig durch den elektronischen Schaltungsbereich (30) durchgeführt wird, falls eine Kühlmittelleckage festgestellt wird.

8. Elektronisches Gerät nach Anspruch 6, wobei eine Kühlmittelzufuhr-Stoppeinrichtung vorgesehen ist, mit welcher die Zufuhr von Kühlmittel zu dem elektronischen Schaltungsbereich (30) gestoppt wird, wenn eine Kühlmittelleckage festge-

stellt wird.

9. Elektronisches Gerät nach Anspruch 3, wobei der Kühlbereich (40) des weiteren aufweist:

eine Kühlmittelleckage-Detektoreinrichtung (47, 48) zum Feststellen einer Kühlmittelleckage; eine Kühlmittelleckage-Alarmeinrichtung (49) zum Erzeugen eines Alarms, wenn eine Kühlmittelleckage festgestellt wird und eine Kühlmittelzufuhr-Stoppeinrichtung (48) zum Stoppen der Kühlmittelzufuhr, wenn eine Kühlmittelleckage festgestellt wird.

10. Elektronisches Gerät nach Anspruch 9, wobei in dem Schrank (50) des weiteren die Kühlmittelleckage-Detektoreinrichtung (47, 48), die Kühlmittelleckage-Alarmeinrichtung (49) und die Kühlmittelzufuhr-Stoppeinrichtung untergebracht sind, wobei die Trennplatte (51) mit einer Verbindungseinrichtung (52) zum Verbinden von Kühlrohren (35, 36) auf der Seite der zu kühlenden elektronischen Teile (31, 116) und Kühlmittelrohren (44) auf der Seite des Kühlmittelbereiches (40) befestigt ist.

11. Elektronisches Gerät nach Anspruch 6 oder 9, wobei die Kühlmittelleckage-Detektoreinrichtung (47, 48) eine Einrichtung zum Nachweis einer Verringerungsrate des Kühlmittels besitzt, das den zu kühlenden elektronischen Teilen (31, 116) zuzuführen ist, so daß eine Kühlmittelleckage bestimmt werden kann, wenn die Verringerungsrate des Kühlmittels einen vorbestimmten Wert überschreitet.

12. Elektronisches Gerät nach Anspruch 1 oder 3, das weiterhin einen Rohrleitungs-Kreislauf zum Leiten des Kühlmittels durch die Kühlkörper (32), den Wärmetauscher (41), den Ventilator (45) und eine Pumpe (43), und eine Kühlmittelablaßöffnung (107), die im unteren Teil eines U-förmigen Abschnittes des Rohrleitungs-Kreislaufs vorgesehen ist, aufweist.

13. Elektronisches Gerät nach Anspruch 12, wobei der Kreislauf weiterhin einen dem Atmosphärendruck ausgesetzten Tank (102) enthält, welcher auf dem höchsten Niveau des Kreislaufes angeordnet ist.

14. Elektronisches Gerät nach Anspruch 12, wobei der Kreislauf umgekehrte U-förmige Abschnitte besitzt, in deren Scheitelpunkten Luftventile (202, 209) vorgesehen sind.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

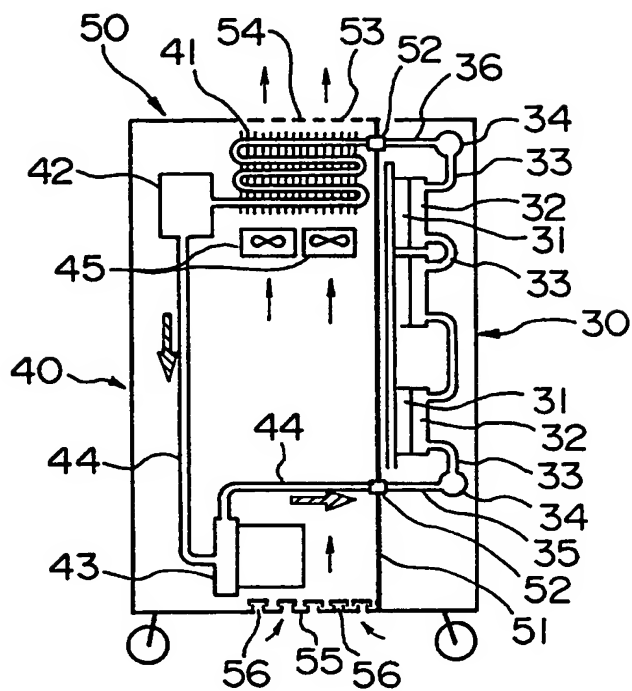


FIG. 2

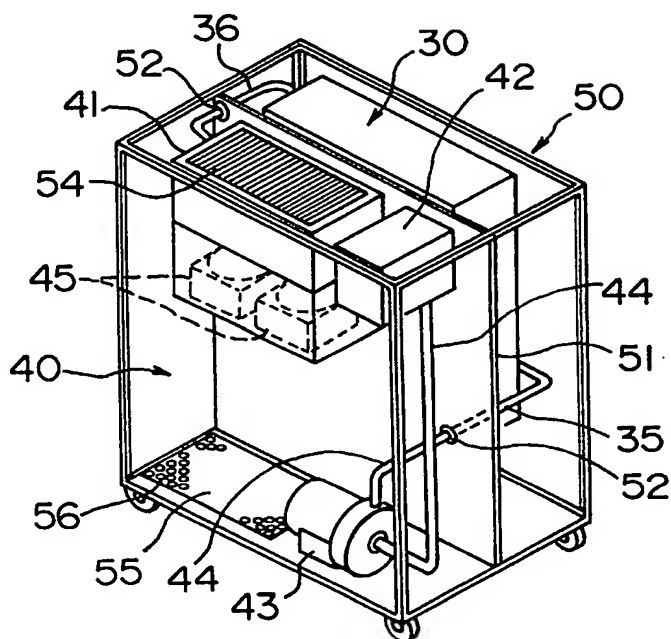


FIG. 3

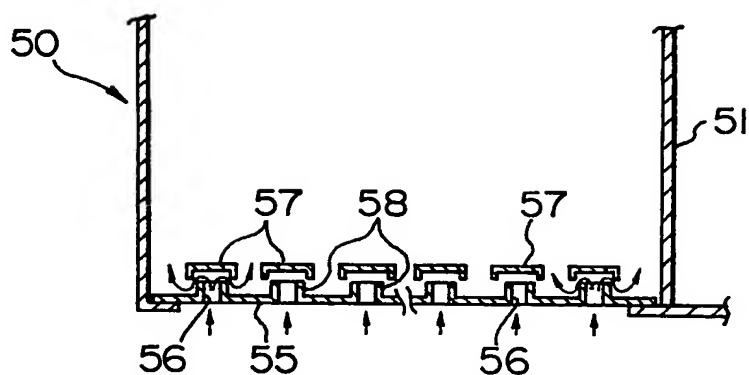


FIG. 4

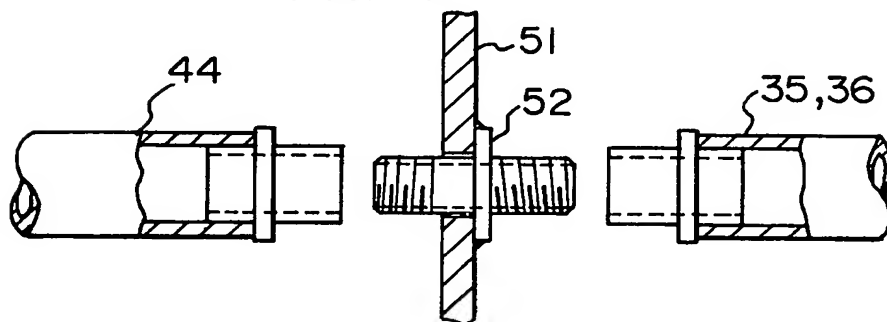


FIG. 5

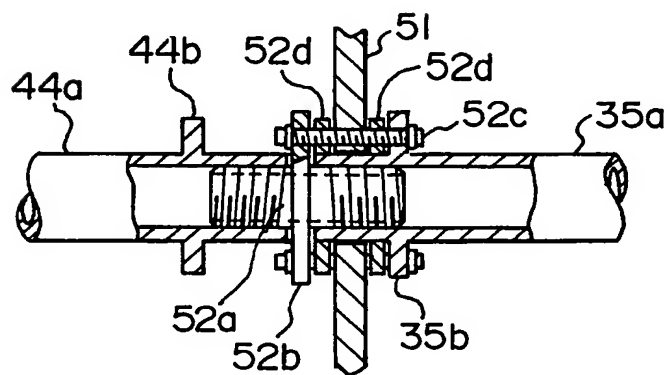


FIG. 6

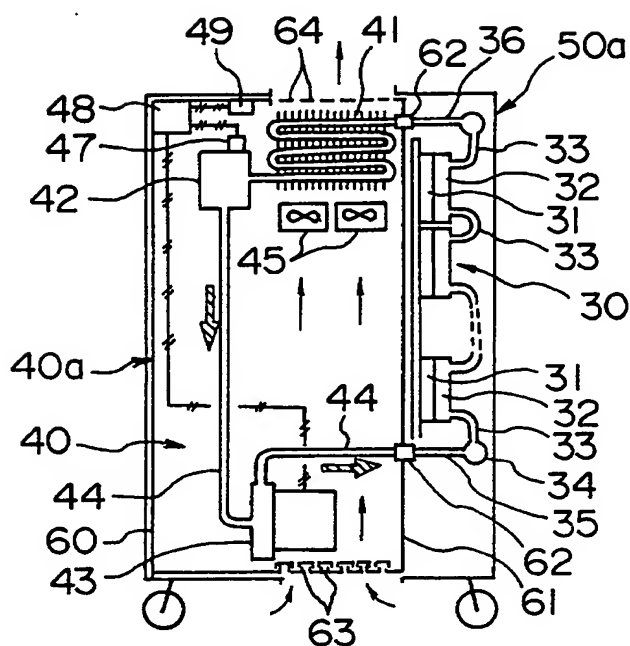


FIG. 7

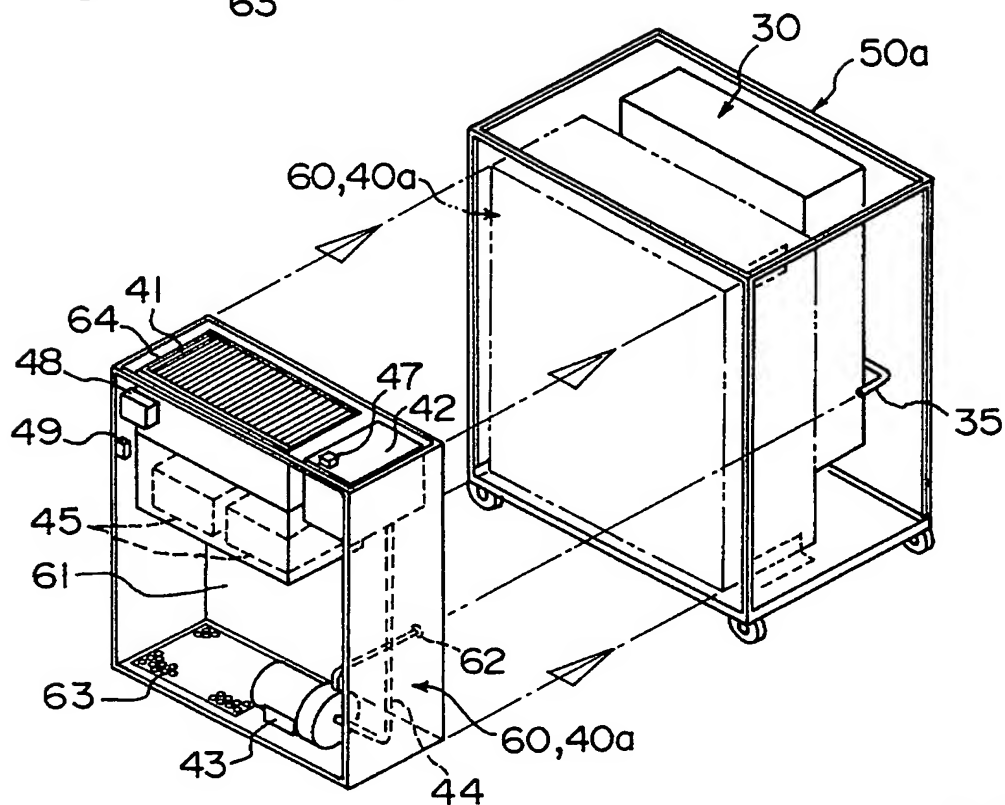


FIG. 8

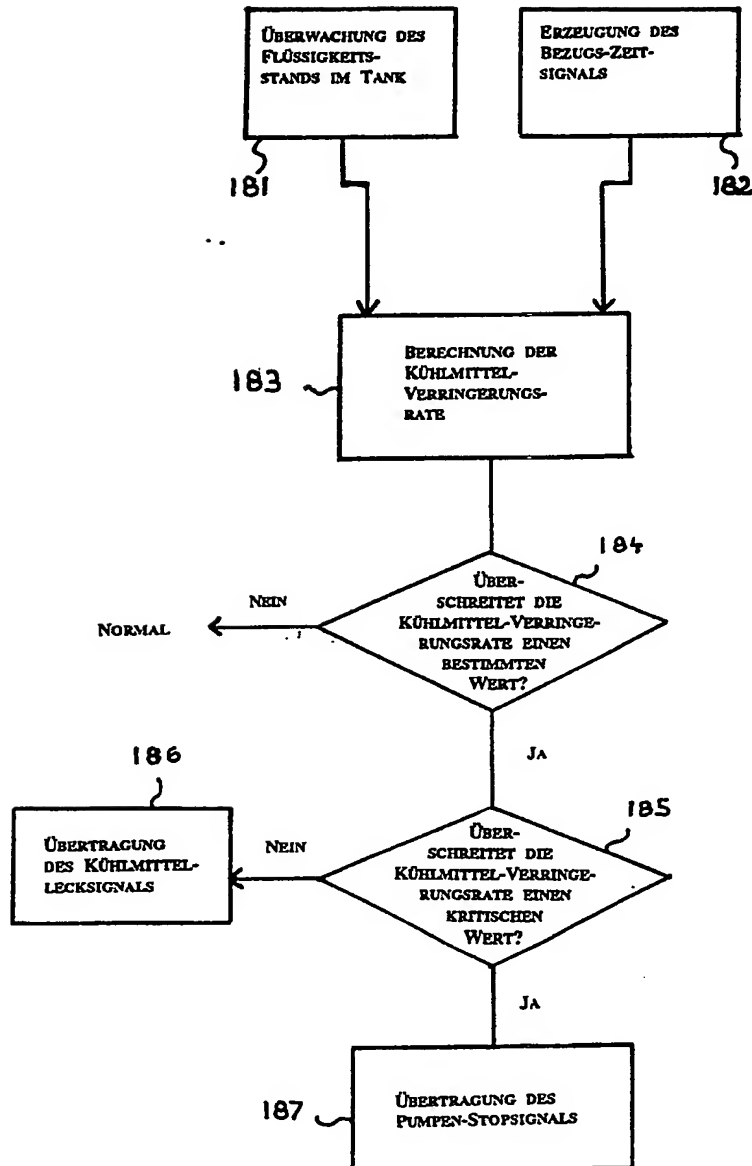


FIG. 9

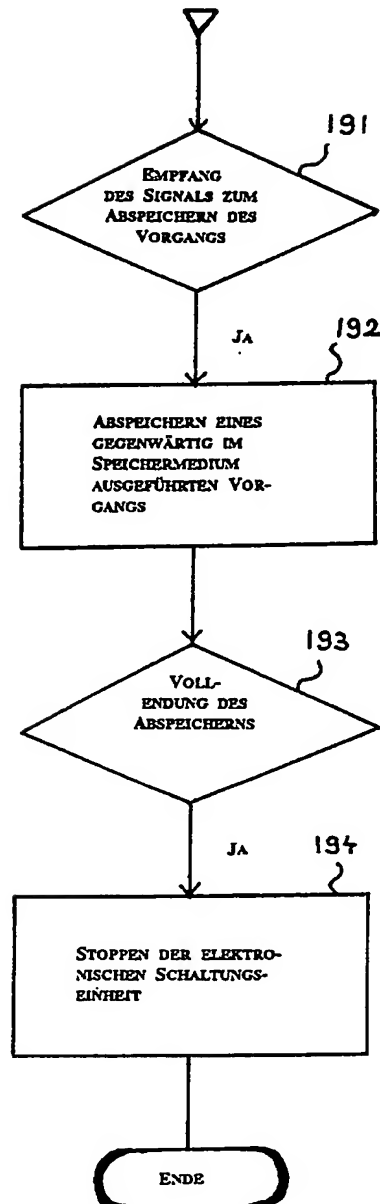


FIG. 10A

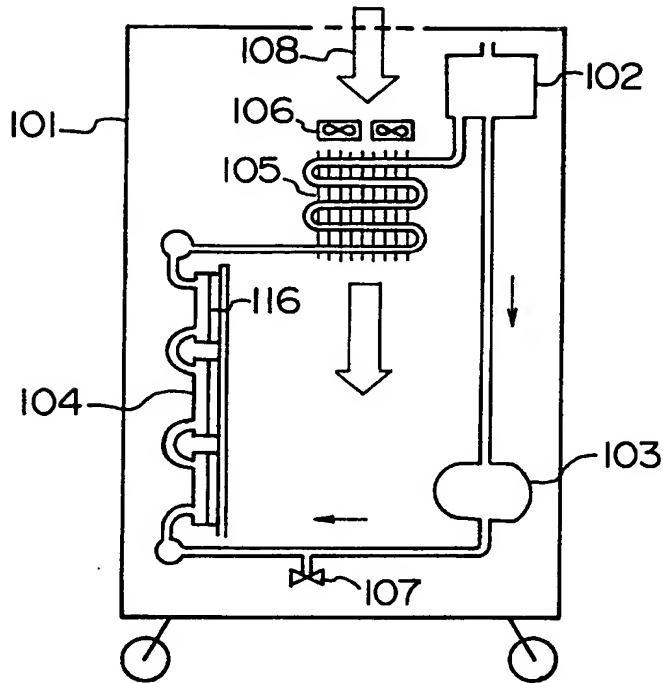


FIG. 10B

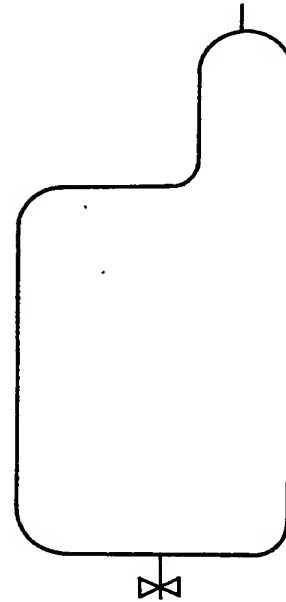


FIG. 11A

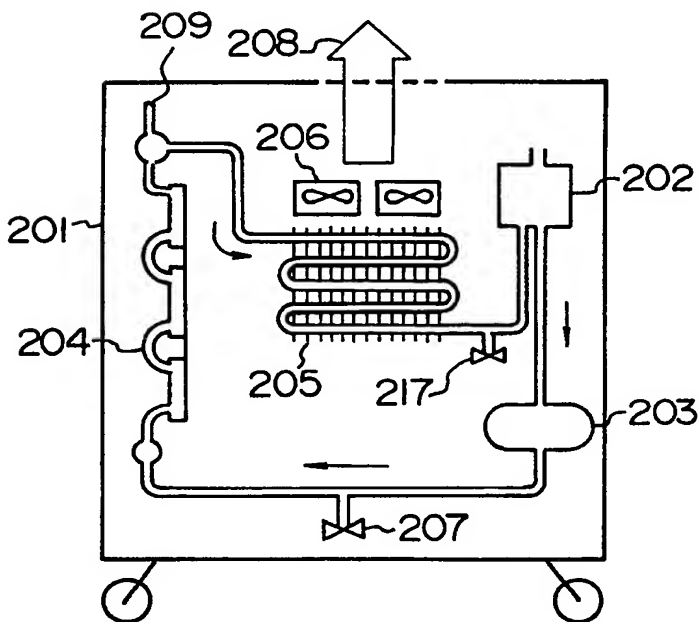


FIG. 11B

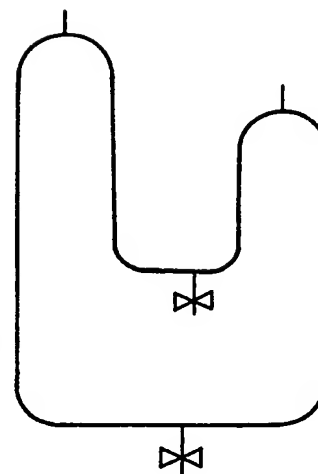


FIG. 12
Stand der Technik

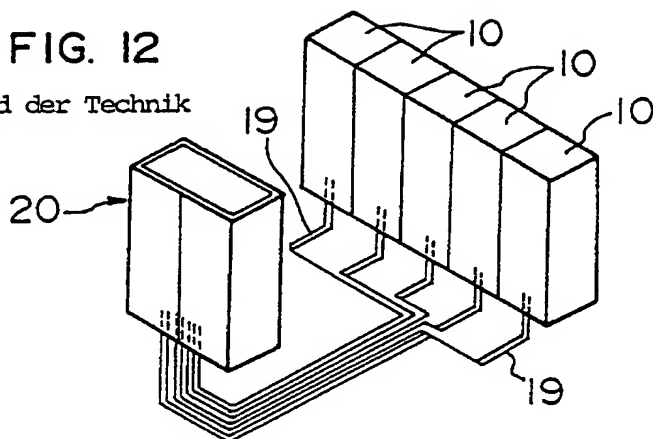


FIG. 13
Stand der Technik

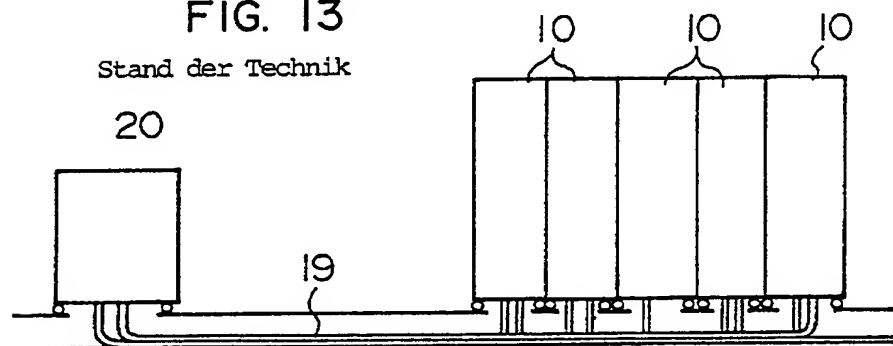


FIG. 14

Stand der Technik

